

c)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-66730

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月9日

BEST AVAILABLE COPY

(51) Int.Cl.⁶
G 1 1 B 20/10
G 0 6 F 3/06
G 1 1 B 5/09
15/02

識別記号
3 0 3
3 7 1
3 6 4

F I
C 1 1 B 20/10 A
C 0 6 F 3/06 3 0 3 B
G 1 1 B 5/09 3 7 1 Z
15/02 3 6 4

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願平9-721408

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月18日

(71) 出願人 000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(72) 発明者 間瀬 朋彦
神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目4番19号 株式会社富士通プログラム技研内
(72) 発明者 榎原 勝男
神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目4番19号 株式会社富士通プログラム技研内
(72) 発明者 志村 修
神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目4番19号 株式会社富士通プログラム技研内
(74) 代理人 弁理士 真田 有

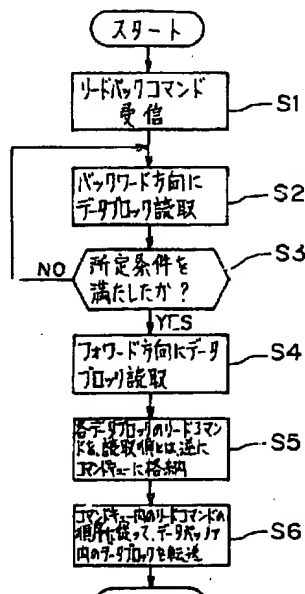
(54) 【発明の名称】 磁気テープ装置の制御方法

(57) 【要約】

本発明の原理説明図

【課題】 連続的にリードバックコマンドが発行された場合でも、バッファ内データを転送できるようにして、ROR処理に伴うデータブロック毎のメカ動作を不要にし、処理時間を大幅に短縮する。

【解決手段】 リードバックコマンドを上位装置から受けると (S1)、複数のデータブロックを読み取り (S2)、MTUによる読取位置が所定条件を満たすと (S3からYESルート)、その位置からリードバックコマンド開始位置までの複数のデータブロックを、順方向に読み取ってデータバッファに書き込み (S4)、各データブロックについてのリードコマンドをデータブロックの読取順序とは逆順にコマンドキューに格納した後 (S5)、上位装置からのリードコマンドに応じて、データバッファ内のデータブロックを、コマンドキュー内のリードコマンド順に読み出しデータ伸張を行なってから上位装置へ転送する (S6)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 上位装置からのコマンドに応じて、磁気テープ装置により磁気テープに書き込むべきデータブロックや該磁気テープ装置により該磁気テープから読み取られたデータブロックをデータバッファに一時的に格納するとともに該データバッファ内の各データブロックについてのコマンドを実行順にコマンドキューに格納しながら、該磁気テープ装置の動作を制御する方法であって、

該磁気テープに記録された圧縮データに対するリードバックコマンドを該上位装置から受けると、複数のデータブロックを、バックワード方向に該磁気テープから読み取るように該磁気テープ装置を動作させ、

該磁気テープ装置による読取位置が所定条件を満たす位置に到達すると、その位置から前記リードバックコマンドの開始位置までの該複数のデータブロックを、フォワード方向に該磁気テープから読み取るように該磁気テープ装置を動作させ、フォワード方向に読み取られた該複数のデータブロックを該データバッファに書き込み、フォワード方向に読み取られた各データブロックについてのリードコマンドを、該磁気テープ装置によるデータブロックの読取順序とは逆順に該コマンドキューに格納した後、

該上位装置からのリードコマンドに応じて、該データバッファ内のデータブロックを、該コマンドキュー内のリードコマンドに従って順に読み出しデータ伸張を行ってから、該上位装置へ転送することを特徴とする、磁気テープ装置の制御方法。

【請求項2】 該上位装置からのリードコマンドに応じて、該磁気テープに記録された圧縮データを該磁気テープ装置によりフォワード方向に読み取って該データバッファに書き込んだ後に、当該圧縮データに対するリードバックコマンドを該上位装置から受け取った場合、該データバッファ内のデータブロックを読み出してデータ伸張を行ってから該上位装置へ転送することを特徴とする、請求項1記載の磁気テープ装置の制御方法。

【請求項3】 該磁気テープに記録されたファイル境界識別用のテープマークの検出を、前記所定条件とすることを特徴とする、請求項1記載の磁気テープ装置の制御方法。

【請求項4】 該磁気テープに記録されたデータブロック抹消用のイレースマークの検出を、前記所定条件とすることを特徴とする、請求項1記載の磁気テープ装置の制御方法。

【請求項5】 該磁気テープに記録されたフォーマット変更境界識別用のフォーマットチェンジレコードマークの検出を、前記所定条件とすることを特徴とする、請求項1記載の磁気テープ装置の制御方法。

【請求項6】 該磁気テープに記録された、倍密度記録

定条件とすることを特徴とする、請求項1記載の磁気テープ装置の制御方法。

【請求項7】 該磁気テープに記録された、該磁気テープの先頭を示すマークの検出を、前記所定条件とすることを特徴とする、請求項1記載の磁気テープ装置の制御方法。

【請求項8】 該データバッファのフル状態の検出を、前記所定条件とすることを特徴とする、請求項1記載の磁気テープ装置の制御方法。

【請求項9】 該磁気テープ装置側からのセクタ割込みの検出を、前記所定条件とすることを特徴とする、請求項1記載の磁気テープ装置の制御方法。

【請求項10】 該コマンドキューのリミット検出を、前記所定条件とすることを特徴とする、請求項1記載の磁気テープ装置の制御方法。

【請求項11】 読込不能データブロックに対するデータチェック信号の検出を、前記所定条件とすることを特徴とする、請求項1記載の磁気テープ装置の制御方法。

【請求項12】 前記所定条件を満たした位置から前記リードバックコマンドの開始位置までの該複数のデータブロックのフォワード方向への読取を完了する前に、読込不能データブロックに対するデータチェック信号を検出した場合、当該読込不能データブロックよりも前記リードバックコマンドの開始位置側で読み取られたデータブロックを、該上位装置へ転送することを特徴とする、請求項1記載の磁気テープ装置の制御方法。

【請求項13】 当該読込不能データブロックが前記リードバックコマンドの開始位置におけるデータブロックである場合、前記所定条件を満たした位置からフォワード方向に読み取られたデータブロックを全て無効にすることを特徴とする、請求項12記載の磁気テープ装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】(目次)

発明の属する技術分野

従来の技術(図27~図37)

発明が解決しようとする課題(図38, 図39)

課題を解決するための手段(図1)

発明の実施の形態(図1~図28)

発明の効果

【0002】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばEDRC(Enhanced Data Recording Capability)方式等により圧縮されたデータを磁気テープ(記憶媒体)に書き込んだり、その圧縮データを読み取ったりする磁気テープ装置に適用される技術であって、特に、その圧縮データのリードバック後に必要となるROR(Read Opposite Retry)処理を行なうための、磁気テープ装置の制御方法に関する。

求に伴い、DASD (Direct Access Storage Device ; 直接アクセス記憶装置) と磁気テープとの間でデータのコピーを行なうバックアップ/リストア業務の効率化が要求されている。そこで、EDRC圧縮機構を用いてデータを圧縮し、その圧縮データを磁気テープに記録することにより、大量のデータを磁気テープに記録することが行なわれている。

【0004】そして、一般に、EDRC方式により圧縮されたデータを磁気テープから読み込む場合、磁気テープ装置により磁気テープから順方向(フォワード方向; 通常の読取方向)に読み取られた圧縮データを、伸張することは可能であるが、リードバックコマンドに応じて逆方向(バックワード方向)に読み取られた圧縮データを、伸張することはできない。このため、ホストコンピュータから、圧縮データを逆方向に読み取るリードバックコマンドが発行された場合、圧縮データを再度順方向に読み取り直すROR処理を行なう必要がある。

【0005】

【従来の技術】図27は一般的な磁気テープ制御装置のハードウェア構成を示すブロック図である。この図27に示すように、磁気テープ制御装置(MTC; Magnetic Tape Controller)10は、CPU(ホストコンピュータ、上位装置)20と磁気テープ装置(MTU; Magnetic Tape Unit)30との間にそなえられ、CPU20からのコマンドに応じて、MTU30の動作を制御するものである。

【0006】そして、MTC10は、チャネルインタフェース回路11、データ圧縮回路12、データ伸張回路13、ホストインタフェース制御部(HIC; Host Interface Controller)14、フォーマット制御部(FMT; ForMaT controller)15、コマンドバッファ16およびデータバッファ17およびから構成されている。ここで、チャネルインタフェース回路11は、CPU20との間のチャネルインタフェース制御を行なうものであり、データ圧縮回路12は、例えばEDRC方式によるデータ圧縮を行なうものであり、データ伸張回路13は、圧縮データを伸張するものである。

【0007】また、HIC14は、CPU20との間でデータの送受を行なうためのフォーマット変換および制御を行なうものであり、FMT15は、MTU30との間でデータの送受を行なうためのフォーマット変換および制御を行なうものである。コマンドバッファ16は、HIC14とFMT15との間のコミュニケーションを行なうためのもので、CPU20からの指示に従い、HIC14やFMT15が行なうべき動作等を指示するコマンドを格納するものである。データバッファ17は、磁気テープ(記憶媒体)へ書き込むべきデータ(ライトデータ)、もしくは、磁気テープから読み出されたデータ(リードデータ)を、ブロック単位で一時的に格納す

【0008】さらに、コマンドバッファ16は、図28に示すように、HIC用コマンドポインタテーブル(HQP)16-1、HIC用コマンドリストテーブル(HQL)16-2、FMT用コマンドポインタテーブル(FQP)16-3およびFMT用コマンドリストテーブル(FQL)16-4から構成されている。HQP16-1には、リード動作やリードバック動作を先行して行なうようにFMT15に促すための先読み指示フラグと、HQL16-2における最新コマンドの位置を示すコマンドポインタと、データバッファ17における最新のブロックのID(Identification)を示すブロックIDポインタとがセットされる。

【0009】HQL16-2は、CPU20からの指示に応じてHIC14が行なうべき動作を指示するコマンドを発生順に格納するコマンドキューとして機能するとともに、このHQL16-2には、各コマンドに対応するデータブロックのデータバッファ17上での位置を示すポインタ等が記録されている。FQP16-3には、リード動作やリードバック動作を先行して行ないその先行動作が完了したことを示す先読み完了フラグと、FQL16-4における最新コマンドの位置を示すコマンドポインタと、データバッファ17における最新のブロックIDを示すブロックIDポインタとがセットされる。

【0010】FQL16-4は、CPU20からの指示に応じてFMT15が行なうべき動作を指示するコマンドを発生順に格納するコマンドキューとして機能するとともに、このFQL16-4には、各コマンドに対応するデータブロックのデータバッファ17上での位置を示すポインタ等が記録されている。次に、上述のごとく構成されたMTC10の動作について説明する。

【0011】[ライト・シーケンス] まず、MTC10が、CPU20からの指示に応じて、所定のデータ(データブロック“DATA 1”, “DATA 2”, “DATA 3”)を磁気テープに記録するようにMTU30を制御する場合について、図28を参照しながら説明する。なお、図28において、ライト動作に際して、HQP16-1の先読み指示フラグやFQP16-3の先読み完了フラグはセットされない。

【0012】MTC10において、CPU20から発行されたライトコマンドをチャネルインタフェース回路11により受けると、HQL16-2には、HQP16-1のコマンドポインタに従って、ライトコマンド(WRITE 1, WRITE 2, WRITE 3)が順次格納され、ライトコマンド毎に、磁気テープに記録すべきデータブロック“DATA 1”, “DATA 2”, “DATA 3”が順次データバッファ17に書き込まれる。なお、磁気テープに書き込むべきデータを圧縮した状態で磁気テープに書き込む場合、そのデータは、チャネルインタフェース回路11からデータ圧縮回路12へ一旦入力され、このデータ圧縮回路12

に書き込まれる。

【0013】そして、FMT15は、HQP16-1のコマンドポインタの値とFQP16-3のコマンドポインタの値とを比較し、その差分に対応するデータブロックをMTU30へ順次転送して磁気テープへ記録する。このとき、図28に示すように、FQP16-3およびFQL16-4が順次更新される。つまり、データバッファ17のデータブロックをMTU30へ転送して磁気テープへ記録する都度、FQP16-3のコマンドポインタに応じて、FQL16-4に、実行完了したコマンドが記録されるとともに、書込を完了した最新のデータブロックのIDが記録されていく。

【0014】なお、図28では、1つ目のデータブロック“DATA1”の磁気テープへの書込を完了した状態が図示されており、この図28に示す状態で、HQP16-1のブロックIDポインタは3番目のデータブロックのID（例えば“3”）を示し、HQP16-3のブロックIDポインタは1番目のデータブロックのID（例えば“1”）を示している。

【0015】〔リード・シーケンス〕MTC10において、CPU20から発行されたリードコマンドをチャネルインタフェース回路11により受けると、HIC14は、HQP16-1に先読み指示フラグをセットする。そして、FMT15は、HQP16-1にセットされた先読み指示フラグを見て、MTU30に磁気テープから複数のデータブロックを読み取らせ、データバッファ17に書き込む。

【0016】このとき、MTU30においては、図29に矢印で示すごとく、磁気テープMTに対してMTU30のヘッドが相対的に順方向（フォワード方向）へ移動するようにメカ動作が行なわれ、データブロック“DATA1”、“DATA2”、“DATA3”が順に読み取られる。ここでは、3つのデータブロックをデータバッファ17に書き込んでいるが、先読みされるデータブロック数は例えばデータバッファ17の容量に対応して設定され、書込データ量がデータバッファ17の容量を超えた時点で先読み動作を停止するように制御する。

【0017】また、図30に示すように、データバッファ17に書き込んだデータブロックにそれぞれ対応するコマンド“READ1”、“READ2”、“READ3”が、FQP16-3のコマンドポインタに応じて、FQL16-4のコマンドキューに順にセットされる。このようにして所定数（ここでは3）のデータブロックをデータバッファ17に書き込んだ後、FQP16-3に、最新のコマンドポインタおよび最新のブロックIDを格納するとともに先読み完了フラグをセットする。

【0018】FQP16-3に先読み完了フラグがセットされた後、HIC14は、HQP16-1のコマンドポインタの値とFQP16-3のコマンドポインタの値

U20へ転送する。このとき、図31に示すように、FQP16-1およびFQL16-2が順次更新される。つまり、データバッファ17のデータブロックをCPU20へ転送する都度、FQP16-1のコマンドポインタに応じて、FQL16-2に、実行完了したコマンドが記録されるとともに、転送を完了した最新のデータブロックのIDが記録されていく。

【0019】なお、図31では、3つのデータブロックを全てCPU20への転送（読出）を完了した状態が図示されており、この図31に示す状態で、HQP16-1およびHQP16-3のブロックIDポインタは、いずれも3番目のデータブロックのID（例えば“3”）を示している。また、CPU20へのデータ転送に際して、磁気テープから読み出されたデータに圧縮が施されている場合、そのデータは、データ伸張回路13に一旦入力され伸張された後、CPU20へ転送される。

【0020】MTC10は、上述のような先読み動作を行なった後、データバッファ17内にリードデータが存在する限り、連続してCPU20から発行されたリードコマンドに対し、MTU30によるメカ動作（実際のリード動作）を伴うことなく、リードデータをチャネルへ送出してCPU20へ転送できる。従って、MTU30において、データブロック毎に一々メカ動作を行なう必要がなく、リード動作時のデータ転送効率が向上することになる。

【0021】〔リードバック・シーケンス〕MTC10において、CPU20から発行されたリードバックコマンドをチャネルインタフェース回路11により受けると、HIC14は、HQP16-1に先読み指示フラグをセットする。そして、FMT15は、HQP16-1にセットされた先読み指示フラグを見て、MTU30に磁気テープから1個分のデータブロックを読み取らせ、データバッファ17に書き込む。

【0022】このとき、MTU30においては、図32に矢印で示すごとく、磁気テープMTに対してMTU30のヘッドが相対的に逆方向（バックワード方向）へ1データブロック分だけ移動するようにメカ動作が行なわれ、1個分のデータブロックが読み取られる。従って、ライト時には順方向に例えば“aabbcc...xxyyzz”と書き込まれたデータブロックは、図33に示すように、リードバックにより“zzyyxx...ccbbaa”としてデータバッファ17に書き込まれる。

【0023】また、図33に示すように、データバッファ17に書き込んだデータブロックに対応するコマンド“READBACK”が、FQP16-3のコマンドポインタに応じて、FQL16-4のコマンドキューにセットされる。このようにして、リードバックされた1個分のデータブロックをデータバッファ17に書き込んだ後、FQP16-3に、最新のコマンドポインタおよび最新のブ

トする。

【0024】ところで、CPU20からリードバックコマンドが発行された場合でも、MTC10は、正順のデータをチャンネルに送出してCPU20へ転送する必要がある。前述した通り、一般に、EDRC方式で圧縮されたデータは、逆順に配列された状態では伸張することができない。そこで、従来、チャンネルとMTC10との間でROR処理を行なっている。

【0025】つまり、CPU20からリードバックコマンドが発行され、前述のようにしてFQP16-3に先読み完了フラグがセットされると、MTC10は、ERP (Error Recovery Procedure) = 26で示されるリードコマンドによるリトライ要求を、UCK (Unit Check) としてCPU20へ送り返す。これに対して、CPU20は、リードコマンドを発行する。

【0026】MTC10は、CPU20からのリードコマンドを受け、前述したリード・シーケンスを行なう。即ち、MTC10において、CPU20から発行されたリードコマンドをチャンネルインタフェース回路11により受けると、HIC14は、HQP16-1に先読み指示フラグをセットする。そして、FMT15は、HQP16-1にセットされた先読み指示フラグを見て、MTU30に磁気テープから1個分のデータブロックを読み取らせ、データバッファ17に書き込む。

【0027】このとき、MTU30においては、図34に矢印で示すごとく、磁気テープMTに対してMTU30のヘッドが相対的に順方向（フォワード方向）へ1データブロック分だけ移動するようにメカ動作が行なわれ、前回リードバックしたデータブロックが順方向へ読み取られる。このようにして読み取られデータバッファ17に格納されたデータの内容は、図35に示すごとく、正順に並んでいる。

【0028】また、図35に示すように、データバッファ17に書き込んだデータブロックに対応するコマンド“READ”を、FQP16-3のコマンドポインタに応じた、FQL16-4のコマンドキューにおいて前回のコマンド“READBACK”に上書きし、FQP16-3に、最新のコマンドポインタおよび最新のブロックIDを格納するとともに先読み完了フラグをセットする。

【0029】FQP16-3に先読み完了フラグがセットされた後、HIC14は、HQP16-1のコマンドポインタの値とFQP16-3のコマンドポインタの値とを比較し、その差分に対応する1個分のデータブロックをCPU20へ転送する。このとき、図36に示すように、HQP16-1およびHQL16-2が更新され、FQL16-2に、実行完了したコマンド“READ”が記録される。なお、図36に示す状態で、HQP16-1およびHQP16-3のブロックIDポインタは、いずれも2番目のデータブロックのID（例えば

【0030】そして、CPU20へのデータ転送に際して、磁気テープから読み出された正順の圧縮データは、データ伸張回路13に一旦入力され伸張された後、CPU20へ転送される。この後、CPU20はバックスペースコマンドを発行し、図37に矢印で示すように、MTU30のヘッドがバックリード動作終了後の位置〔ブロックの前方（図37の左方）〕に位置するように、FMT15によりMTU30が制御されてMTU30がメカ動作を行なう。

【0031】

【発明が解決しようとする課題】EDRC圧縮データを記録された磁気テープに対して、CPU（ホストコンピュータ）20からリードバックコマンドが発行された場合、MTC10においては、従来、図34～図37にて前述したROR処理を行ない、目的のデータブロックをデータ伸張回路13で伸張してからCPU20へ転送している。

【0032】リードバックコマンド発行後、ROR処理を完了するまでの、MTU30での磁気テープMTに対するヘッドの相対的な移動（メカ動作）を図38にまとめて示す。この図38に示すように、まず、リードバックコマンド（READ BACK）に応じたバックワード方向へのメカ動作（図38の上段矢印参照）を行ない、リードコマンド（READ）に応じたフォワード方向へのメカ動作（図38の中段矢印参照）を行なってから、バックスペースコマンド（BACK SPACE）に応じたバックワード方向へのメカ動作（図38の下段矢印参照）を行なっている。つまり、1個分のデータブロックを読み出すために、バックリード、リード、バックスペースの全てのコマンドでメカ動作（MTU30の動作）を伴う処理を行なう必要がある。

【0033】リードバックコマンドが連続して発行されるジョブを実行する場合、リード動作時やライト動作時のように複数のデータブロックを連続的に転送することができず、各データブロックに対してROR処理を行わなければならない、著しく処理時間がかかってしまう。例えば図39に示すように、データブロックD、C、B、Aを順にリードバックする場合、MTU30では、データブロックD、C、B、A毎に、図38と同様、バックリードコマンド（RB）、リードコマンド（RD）、バックスペースコマンド（BSP）に応じたメカ動作を行わなければならない。従って、MTU30は、データブロック毎に細切れのメカ動作を一つ実行することになり、著しく処理時間を要する。

【0034】ここで、リードバックコマンドが連続的に発行されるジョブの具体例について説明する。例えば、データベースが更新されると、その変更データはトランザクション・ログ・データとしてバックアップ用の磁気テープに記録される。通常運用時は、磁気テープに記録

い。

【0035】しかし、データベースに異常が発生した場合、そのトランザクション・ログ・データを用いてデータベースの回復処理を行なうべく、システムは、リードバックコマンドを連続的に発行することにより、最新のトランザクション・ログ・データ（即ち磁気テープの最終データブロック）から逆方向に読み進み、データベース上のデータと比較しながら回復処理を行なう。

【0036】このとき、図39に示したごとく、データブロック毎にROR処理を行なうため、磁気テープから逆方向にデータ読込に多大な時間を要することになる。従って、データベースがダウンした際、その後の復旧作業に長時間を要することになり、システム利用者にとっては致命的な障害になるおそれがある。前述の通り、一般に逆方向に読み込まれたEDRC圧縮データを、データ伸張回路13にて直接的に伸張することはできない。このような圧縮データの伸張をハードウェアで実現するためには、データ伸張回路13とデータバッファ17との間に、逆順のデータを正順に転置するための回路が必要となるが、コストやハードウェアの物量が増加するため、ファームウェアによりROR処理の性能を向上させることが望まれている。

【0037】本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、連続的にリードバックコマンドが発行された場合でも、リードコマンドやライトコマンドを連続的に処理する場合と同様にバッファ内データを転送できるようにして、ROR処理に伴うデータブロック毎のメカ動作を不要にし、処理時間を大幅に短縮した、磁気テープ装置の制御方法を提供することを目的とする。

【0038】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の原理説明図である。本発明の磁気テープ装置の制御方法は、上位装置からのコマンドに応じて、磁気テープ装置により磁気テープに書き込むべきデータブロックや磁気テープ装置により磁気テープから読み取られたデータブロックをデータバッファに一時的に格納するとともにデータバッファ内の各データブロックについてのコマンドを実行順にコマンドキューに格納しながら、磁気テープ装置の動作を制御するものである。

【0039】そして、本発明では、図1に示すように、磁気テープに記録された圧縮データに対するリードバックコマンドを上位装置から受けると（ステップS1）、複数のデータブロックをバックワード方向に磁気テープから読み取るように磁気テープ装置を動作させる（ステップS2）。磁気テープ装置による読取位置が所定条件を満たす位置に到達すると（ステップS3からYESルート）、その位置から前記リードバックコマンドの開始位置までの複数のデータブロックを、フォワード方向に磁気テープから読み取るように磁気テープ装置を動作さ

す。データをデータバッファに書き込む（ステップS4）。このとき、フォワード方向に読み取られた各データブロックについてのリードコマンドを、磁気テープ装置によるデータブロックの読取順序とは逆順にコマンドキューに格納する（ステップS5）。

【0040】この後、上位装置からのリードコマンドに応じて、データバッファ内のデータブロックを、コマンドキュー内のリードコマンドに従って順に読み出しデータ伸張を行なってから、上位装置へ転送する（ステップS6；以上、請求項1）。なお、上位装置からのリードコマンドに応じて、磁気テープに記録された圧縮データを磁気テープ装置によりフォワード方向に読み取ってデータバッファに書き込んだ後に、その圧縮データに対するリードバックコマンドを上位装置から受け取った場合、データバッファ内のデータブロックを読み出してデータ伸張を行なってから上位装置へ転送する（請求項2）。

【0041】また、本発明では、下記の①～⑨を、バックワード方向への読取動作からフォワード方向への読取動作に切り換える所定条件（図1のステップS3での判断基準）とすることができる。

①磁気テープに記録されたファイル境界識別用のテープマークの検出（請求項3）。

②磁気テープに記録されたデータブロック抹消用のイレーズマークの検出（請求項4）。

③磁気テープに記録されたフォーマット変更境界識別用のフォーマットチェンジレコードマークの検出（請求項5）。

④磁気テープに記録された、倍密度記録時の折り返し位置を示すラップマークの検出（請求項6）。

⑤磁気テープに記録された、磁気テープの先頭を示すマークの検出（請求項7）。

⑥データバッファのフル状態の検出（請求項8）。

⑦磁気テープ装置側からのセクタ割込みの検出（請求項9）。

⑧コマンドキューのリミット検出（請求項10）。

【0044】⑨読込不能データブロックに対するデータチェック信号の検出（請求項11）。さらに、前記所定条件を満たした位置から前記リードバックコマンドの開始位置までの複数のデータブロックのフォワード方向への読取を完了する前に、読込不能データブロックに対するデータチェック信号を検出した場合、その読込不能データブロックよりも前記リードバックコマンドの開始位置側で読み取られたデータブロックを、上位装置へ転送する（請求項12）。

【0045】このとき、読込不能データブロックが前記リードバックコマンドの開始位置におけるデータブロックである場合、前記所定条件を満たした位置からフォワード方向に読み取られたデータブロックを全て無効にす

【0046】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。本発明の磁気テープ装置の制御方法を適用される磁気テープ制御装置のハードウェア構成は、図27や図28を参照しながら前述したもの（符号10参照）と同様であるので、その説明は省略する。なお、以下の説明では、図27や図28で説明した部分と同一もしくはほぼ同一の部分には、同一の符号を付して説明する。

【0047】本実施形態において、CPU（ホストコンピュータ、上位装置）20およびMTU（磁気テープ装置）30は、ハードウェア上もソフトウェア上も一切変更されておらず、MTC（磁気テープ制御装置）10に対してファームウェア上の変更が加えられているのみである。以下、図1～図26を参照しながら、本発明の一実施形態としての磁気テープ装置の制御方法について説明する。

【0048】図28にて前述した手順で連続ライト動作を行なった後、MTC10において、CPU20から発行されたリードバックコマンドをチャンネルインタフェース回路11により受けると（図1のステップS1参照）、HIC14は、HQP16-1に先読み指示フラグをセットする。そして、FMT15は、HQP16-1にセットされた先読み指示フラグを見て、MTU30に磁気テープから複数のデータブロックをバックワード方向に読み取らせ、データバッファ17に書き込む（図1のステップS2参照）。

【0049】そして、MTU30による磁気テープの読取位置が、図14～図20を参照しながら後述する所定条件を満たす位置に到達すると（図1のステップS3からYESルートの場合）、MTU30によるバックワード方向への読取動作を停止する。このとき、MTU30においては、図2に矢印で示すごとく、磁気テープMTに対してMTU30のヘッドが相対的に逆方向（バックワード方向）へ複数のデータブロック分だけ移動するようにメカ動作が行なわれ、ここでは例えば3個分のデータブロックが読み取られ、ライト時には順方向に“aabbcc...xyyyzz”、“cde...opq”、“efg...lmn”と書き込まれた3個のデータブロックが、図3に示すように、それぞれ、バックワード方向への読取動作により、“zzyyxx...ccbbaa”、“qpo...edc”、“nml...gfe”としてデータバッファ17に書き込まれる。なお、ここで、読取対象となっている各データブロックは、EDRC方式によりデータ圧縮されているものとする。

【0050】また、図3に示すように、データバッファ17に書き込んだ各データブロックに対応するコマンド“READBACK”が、FQP16-3のコマンドポインタに応じて、FQL16-4のコマンドキューにセットされる。このようにして、リードバックされた3個分のデー

P16-3に、最新のコマンドポインタおよび最新のブロックID（例えば“3”）を格納する。ただし、本実施形態では、この時点で先読み完了フラグはセットされない。

【0051】図3に示す状態では、データバッファ17に書き込まれた各データブロックはデータの並びが逆順になっており、前述の通り、これらのデータをデータ伸張回路13により伸張することができないため、これらのデータブロックは使用しない。MTU30による磁気テープの読取位置が所定条件を満たす位置に到達した時点（図1のステップS3でYES判定となった時点）で、FMT15は、MTU30による読取方向をバックワード方向からフォワード方向に切り換え、バックワード方向に読み込んだ複数（3個）のデータブロックを今度はフォワード方向に読み取るようにMTU30を動作させ、そのデータブロックをデータバッファ17に書き込む（図1のステップS4参照）。

【0052】このとき、MTU30においては、図4に矢印で示すごとく、磁気テープMTに対してMTU30のヘッドが相対的に順方向（フォワード方向）へ3個のデータブロック分だけ移動するようにメカ動作が行なわれ、ここでは3個分のデータブロックが、図5に示すように、“efg...lmn”、“cde...opq”、“aabbcc...xyyyzz”として順に読み取られ、データバッファ17において、バックワード方向へ読み取られたデータブロック“zzyyxx...ccbbaa”、“qpo...edc”、“nml...gfe”の上に上書きされて書き込まれる。

【0053】このようにしてフォワード方向に読み取られた各データブロックをデータバッファ17に書き込むとともに、図5に示すように、フォワード方向に読み取られた各データブロックについてのリードコマンド“READ1”、“READ2”、“READ3”を、コマンド“READBACK”の上に上書きすることにより、MTU30によるデータブロックの読取順序とは逆順（図5中の矢印参照）にFQL16-4のコマンドキューに格納してから（図1のステップS5参照）、FQP16-3に、最新のコマンドポインタおよび最新のブロックIDを格納するとともに先読み完了フラグをセットする。

【0054】今、最新のブロックIDは例えば“3”がセットされるものとする。図5に示す例では、MTU30によるフォワード方向への読取動作で一番最初に読み取られたデータブロック“efg...lmn”のIDを“1”、次に読み取られたデータブロック“cde...opq”のIDを“2”、最後に読み取られたデータブロック“aabbcc...xyyyzz”のIDを“3”とする。

【0055】FQP16-3に先読み完了フラグがセットされると、MTC10は、従来と同様、ERP（Error Recovery Procedure）=26で示されるリードコマンドによるリトライ要求を、UCK（Unit Check）として

リードコマンドを発行する。MTC10において、CPU20から発行されたリードコマンドをチャネルインタフェース回路11により受けると、HIC14は、HQP16-1のコマンドポインタの値とFQP16-3のコマンドポインタの値とを比較するとともに、対応するFQL16-4を参照し、このFQL16-4の指示するデータバッファ17の内容（データブロック“aabbcc...xyyyzz”）を、データ伸張回路13により伸張してからCPU20へ転送する（図1のステップS6参照）。

【0056】この転送に伴い、図6に示すように、HQP16-1およびHQL16-2が更新され、FQL16-2に、実行完了したコマンド“READ1”が記録される。このとき、データバッファ17内のデータを転送するだけで、MTU30では何のメカ動作（実リード動作）も行なわれない。この後、CPU20は、さらにバックスペースコマンドを発行するが、MTC10のHIC14は、このバックスペースコマンドに対しては、図6に示すように、ブロックIDポインタの値を1減算するだけで、FMT15にMTU30を動作させる指示を行なわない。これにより、本実施形態では、バックスペースコマンドに対してもMTU30は何のメカ動作も行なわない。

【0057】ただし、ブロックIDポインタの値を1減算することで（図6に示す例では、HQP16-1のブロックIDポインタの値は1減算することで“2”となっている）、CPU20は、図9に示すように、MTU30のヘッド位置が磁気テープMTに対して相対的に1データブロック分だけバックワード方向へ移動（バックスペース動作を行なった）したものと捉えることになる。

【0058】この後、CPU20から連続してリードバックコマンドが発行された場合、データバッファ17にデータがある限り、上述と同様に、データバッファ17内のデータの読出動作が繰り返し実行される。つまり、図6に示す状態で、MTC10で次のリードバックコマンドを受けると、HIC14は、FQL16-4の指示するデータバッファ17の内容（データブロック“cde..opq”）を、データ伸張回路13により伸張してからCPU20へ転送する。この転送に伴い、図7に示すように、HQP16-1およびHQL16-2が更新され、FQL16-2に実行完了したコマンド“READ2”が記録され、さらにバックスペースコマンドを受けて、MTC10のHIC14はブロックIDポインタの値を1減算し“1”とする。

【0059】さらに、図7に示す状態で、MTC10で次のリードバックコマンドを受けると、HIC14は、FQL16-4の指示するデータバッファ17の内容（データブロック“efg..lmn”）を、データ伸張回路1

に伴い、図8に示すように、HQP16-1およびHQL16-2が更新され、FQL16-2に実行完了したコマンド“READ3”が記録され、さらにバックスペースコマンドを受けて、MTC10のHIC14はブロックIDポインタの値を1減算し“0”とする。

【0060】上述のように、本実施形態では、各データブロックが、データの並びを順方向とした状態でデータバッファ17に格納されるとともに、FQL16-4にリードコマンドが逆順に配列されているため、HIC14は、複数のデータブロックを、バックワード方向へ向かう順序でデータバッファ17から容易に取り出し、順次、CPU20へ転送することが可能になる。

【0061】図10に、本実施形態の方法により連続ライト動作後にROR処理を連続的行なった場合の具体例を示す。この図10に示す例では、CPU20からのライトコマンド（WR）を受けて、MTU30により、データブロックA、B、C、Dを連続的に磁気テープMTに書き込んだ後に、CPU20から連続的にリードバックコマンド（RB）が発行されるものとする。

【0062】1回目のリードバックコマンドに応じて、MTC10は、まず、MTU30に、データブロックDからデータブロックAまでバックワード方向へ読取動作を行なわせてから、データブロックAからデータブロックDまでフォワード方向へ読取動作を行なわせ、その読取結果を、図5にて前述したごとくデータバッファ17やコマンドバッファ16に書き込む。

【0063】そして、CPU20からのリードコマンドに応じてデータバッファ17内のデータブロックDをCPU20に転送するが、CPU20からのリードコマンド（RD）やバックスペースコマンド（BSP）に対してMTU30がメカ動作を行なうことはない。2回目以降のリードバックコマンドについてのROR処理に際して、MTC10は、データバッファ17内にデータが存在する限り、データバッファ17内のデータを転送するだけで、MTU30にメカ動作を行なわせることはない。

【0064】次に、図29～図31にて前述した手順で連続リード動作を行なった後に、MTC10において、CPU20から発行されたリードバックコマンドをチャネルインタフェース回路11により受けた場合のROR処理について、図11～図13を参照しながら説明する。図11に示すように、MTU30により、フォワード方向へデータブロック“DATA1”、“DATA2”、“DATA3”を順次読み取った後、CPU20からのリードバックコマンドを受けると、HIC14は、直前のデータブロック“DATA3”に関しては、図1～図10により前述したようなROR処理を行なわず、図12に示すごとく、データバッファ17内に書き込まれているデータブロック“DATA3”を読み出しデータ伸張してからCPU

カ動作を一切行なわない。

【0065】図13に、本実施形態の方法により連続リード動作後にROR処理を行なった場合の具体例を示す。この図13に示す例では、CPU20からのリードコマンド(RD)を受けて、MTU30により、データブロックA、B、C、Dを連続的に磁気テープMTから読み出した後に、CPU20からリードバックコマンド(RB)が発行されるものとする。

【0066】このリードバックコマンドに応じて、MTC10は、MTU30にメカ動作(実リード動作)させることなく、直前のデータブロックDについては、データバッファ17から読み出しデータ伸張してからCPU20へ転送する。従って、バッファ転送のみ行なわれ、MTU30は、リードバックコマンド、リードコマンド、バックスペースコマンドに応じたメカ動作を一切行なわない。

【0067】次に、本実施形態におけるバックワード方向からフォワード方向への折り返し条件(所定条件;図1のステップS3での判断基準)①~⑨について、図14~図20を参照しながら説明する。なお、各図には、MTU30のメカ動作が矢印で示されている。

①図14に示すように、磁気テープMTにおいて、ファイルとファイルとの間には、ファイル境界識別用のテープマーク(特殊ブロック)“TM”が記録されている。このテープマーク“TM”を検出したタイミングで、バックワード方向からフォワード方向への折り返しを行なう。

【0068】②図15に示すように、磁気テープMTにおいて、以前に書き込まれたデータブロックを抹消し無効状態とする場合には、そのデータブロックの上に、データブロック抹消用のイレースマーク(特殊ブロック)

“ERS”が上書きされる。このイレースマーク“ERS”を検出したタイミングで、バックワード方向からフォワード方向への折り返しを行なう。

【0069】③図16に示すように、磁気テープMTにおいて、データブロックのフォーマットが変わる部分、例えば圧縮ブロックと非圧縮ブロック(NORMAL BLOCK)との間には、フォーマット変更境界識別用のフォーマットチェンジレコードマーク(特殊ブロック)“FCR”が書き込まれている。このフォーマットチェンジレコードマーク“FCR”を検出したタイミングで、バックワード方向からフォワード方向への折り返しを行なう。

【0070】④図17に示すように、磁気テープMTに対して倍密度でデータを記録する場合、データ書込/読出の折り返し位置に、複数のラップマーク“WRAP”が記録されている。このラップマーク“WRAP”を検出したタイミングで、バックワード方向からフォワード方向への折り返しを行なう。なお、図17では、磁気テープMTの端部で折り返してデータ書込を行なっている

書込を行なっている状態)で、リードバックコマンド(RB)を受けた場合のMTU30のメカ動作が矢印で示されている。

【0071】⑤図18に示すように、磁気テープMTの先頭には、先頭であることを示すDID(Density Identification)マーク“DID”が記録されている。このマーク“DID”を検出したタイミングで、バックワード方向からフォワード方向への折り返しを行なう。なお、このDIDマークは、ブロックIDが0のブロックであり、VOL(volume header label, beginning-of-volume label; ボリューム見出しラベル)として機能するものである。

【0072】⑥図19に示すように、データバッファ17がフル状態になったことを検出したタイミングで、バックワード方向からフォワード方向への折り返しを行なう。

⑦図19に示すように、MTU30側からのセクタ割込みを検出したタイミングで、バックワード方向からフォワード方向への折り返しを行なう。

⑧図19に示すように、コマンドバッファ16のFQL16-4におけるコマンドキューでリミットを検出したタイミングで、バックワード方向からフォワード方向への折り返しを行なう。

【0073】⑨図20に示すように、バックワード方向への読取に際して、データバッファ17に読み込むことのできない読込不能データブロック(図20で“X”を付したブロック)が存在する場合、その読込不能データブロックに対してデータチェック信号が生成される。このデータチェック信号を検出したタイミングで、バックワード方向からフォワード方向への折り返しを行なう。

【0074】一方、本実施形態では、図21に示すように、複数のデータブロックをバックワード方向に読み取ってデータバッファ17に書き込んだ後、フォワード方向(通常のリード方向)に元のヘッド位置(リードバックコマンドの開始位置)までの複数のデータブロックのフォワード方向への読取を完了する前に、読込不能データブロックに対するデータチェック信号を検出した場合、その読取不能データブロック(図21で“X”を付したブロック)よりもリードバックコマンドの開始位置側で読み取られたデータブロックについて、エミュレーションを有効とし、そのデータブロックをCPU20へ転送する。

【0075】このとき、図22に示すように、その読取不能データブロックがリードバックコマンドの開始位置におけるデータブロック(最終データブロック)であり、その最終データブロックに対するデータチェック信号を検出した場合、バックワード方向からフォワード方向への折り返しを行なった位置からフォワード方向に読み取られた全てのデータブロックについて、エミュレー

ない。なお、図21および図22では、FCRマークで折り返した場合の例が示されている。

【0076】次に、上述した本発明の特徴的な動作を踏まえ、本実施形態のMTC10においてCPU20からリードバックコマンドを受けた場合の詳細な動作について、図23に示すフローチャート（ステップS11～S31）に従って説明する。MTC10においてCPU20からリードバックコマンドを受けると、まず、直前のコマンドがリードコマンド（RD）であるか否かを判断する（ステップS11）。リードコマンドである場合（ステップS11からYESルート）には、MTU30に何のメカ動作も行なわせることなく、MTC10はCPU20にUCKを報告する（ステップS14）。

【0077】直前のコマンドがリードコマンドでない場合、即ち、ライトコマンドである場合（ステップS11からNOルート）、エミュレーション中であるか否か、つまりデータバッファ17に、リードバックコマンドに応じてデータ読込を行なっている状態であるか否かを判断する（ステップS12）。エミュレーション中である場合（ステップS12からYESルート）、MTU30のヘッド位置が、磁気テープの折り返しブロック位置か否かを判断する（ステップS13）。折り返しブロック位置でない場合（ステップS13からNOルート）、MTC10は、ステップS14へ移行してCPU20にUCKを報告する。

【0078】エミュレーション中でない場合（ステップS12からNOルート）、または、エミュレーション中であって且つMTU30のヘッド位置が磁気テープの折り返しブロック位置にある場合（さらに連続的にバックワード方向へのデータ読込を行なう場合）、MTC10は、まず、MTU30にバックワード方向へ1個分のデータブロックを読み取らせ、そのデータブロックをデータバッファ17に格納する（ステップS15）。

【0079】そして、MTC10は、バックワード方向からフォワード方向への折り返し条件を満たすか否かをステップS16～S24で判断する。つまり、テープマークを検出したか否か（ステップS16）、イレーズマークを検出したか否か（ステップS17）、FCRを検出したか否か（ステップS18）、ラップマークを検出したか否か（ステップS19）、DIDマークを検出したか否か（ステップS20）、データバッファ17のフル状態を検出したか否か（ステップS21）、セクタ割込みを検出したか否か（ステップS22）、コマンドキューのリミットを検出したか否か（ステップS23）、データチェック信号検出したか否か（ステップS24）を判断する。いずれも検出されなかった場合（ステップS16～S24で全てNO判定の場合）には、再び、ステップS15に戻り、MTU30にバックワード方向へ1個分のデータブロックを読み取らせ、そのデータブ

【0080】ステップS15によるバックワード方向へ読取処理は、ステップS16～S24のうちのいずれか一つにおいてYES判定となった場合に終了され、ステップS25へ移行する。つまり、ステップS16～S24の判断条件のうちのいずれか一つでも満たされた場合には、バックワード方向からフォワード方向へ折り返し、MTC10は、MTU30にフォワード方向へ1個分のデータブロックを読み取らせ、そのデータブロックをデータバッファ17に格納する。

【0081】そして、MTC10は、元の位置（リードバックコマンド開始位置）のデータブロックまで読み込んだか否かを判断するとともに（ステップS26）、読込不能データブロックに対するデータチェック信号を検出したか否かを判断する（ステップS27）。元の位置のデータブロックまで読み込んでおらず（ステップS26からNOルート）、且つ、データチェック信号を検出していない場合（ステップS27からNOルート）、再び、ステップS25に戻り、MTU30にフォワード方向へ1個分のデータブロックを読み取らせ、そのデータブロックをデータバッファ17に格納する。

【0082】ステップS25によるフォワード方向への読取処理は、元の位置のデータブロックを読み込むまで、もしくは、データチェック信号を検出するまで繰り返行なわれる。元の位置のデータブロックまで読み込んだ場合（ステップS26からYESルート）、MTC10は、エミュレーションフラグをセットしてから（ステップS28）、CPU20にUCKを報告する（ステップS14）。

【0083】また、データチェック信号を検出した場合（ステップS27からYESルート）、MTC10は、そのデータチェック信号の生成対象となった読込不能データブロックが最終データブロックか否かを判断する

（ステップS29）。最終データブロックである場合（ステップS29からYESルート）、MTU30のヘッドを、磁気テープに対して1データブロック分だけフォワード方向へ移動させ、リードバックコマンド開始位置に移動させてから（ステップS30）、エミュレーションフラグをリセットし（ステップS31）、今回のリードバックコマンドに対するエミュレーションを無効にする。そして、MTC10は、CPU20にUCKを報告する（ステップS14）。

【0084】ステップS29で読込不能データブロックが最終データブロックでないと判断された場合（NOルート）、エミュレーションフラグをセットし（ステップS28）、データチェック信号の生成対象となった読込不能データブロックよりもフォワード方向側のデータブロックについては、エミュレーションを有効とする。そして、MTC10は、CPU20にUCKを報告する（ステップS14）。

PU20からリードコマンドを受けた場合の詳細な動作について、図24に示すフローチャート（ステップS41～S43）に従って説明する。MTC10においてCPU20からリードコマンドを受けると、まず、エミュレーション中であるか否かを判断する（ステップS41）。

【0086】エミュレーション中でない場合（ステップS41からNOルート）、MTC10は、MTU30にフォワード方向へメカ動作を伴うリード動作（実リード）を行なわせる（ステップS42）。一方、エミュレーション中である場合（ステップS41からYESルート）、MTC10は、MTU30のメカ動作を行なわせることなく、データバッファ17内のデータブロックをCPU20へ転送する（ステップS43）。

【0087】さらに、本実施形態のMTC10においてCPU20からバックスペースコマンドを受けた場合の詳細な動作について、図25に示すフローチャート（ステップS51～S55）に従って説明する。MTC10においてCPU20からバックスペースコマンドを受けると、まず、エミュレーション中であるか否かを判断する（ステップS51）。

【0088】エミュレーション中でない場合（ステップS51からNOルート）、MTC10は、MTU30のヘッドを磁気テープに対して1データブロック分だけフォワード方向へ移動させる（ステップS42）。一方、エミュレーション中である場合（ステップS51からYESルート）、MTC10は、コマンドバッファ16におけるブロックIDポインタから1減算し、仮想的にMTU30のヘッドを磁気テープに対して1データブロック分だけフォワード方向へ移動させる（ステップS53）。

【0089】そして、MTU30のヘッド位置が、磁気テープの折り返しブロック位置か否かを判断し（ステップS54）、折り返しブロック位置でない場合（ステップS54からNOルート）、MTC10は処理を終了する一方、MTU30のヘッド位置が磁気テープの折り返しブロック位置にある場合、MTC10は、エミュレーションフラグをリセットしてから（ステップS55）、処理を終了する。

【0090】さて、次に、図26を参照して、本実施形態のMTC10の具体的な動作を、従来の手法を適用されたMTCの動作と比較しながら説明する。ここでは、磁気テープにおける記録が、テープマーク“TM”と、通常のデータブロックとから構成されている。通常のデータブロックは、2つのパケット（論理ブロック）をもつ1つの物理ブロックから構成されている。各パケットには、EOF（End Of File）1データおよびEOF2データが記録されている。

【0091】図26において、コマンド欄には、CPU

れており、これらのコマンドの発行順に番号1～21を付して示す。コマンド欄において、“SNS”は、MTC10からのUCKに応じてCPU20が発行するセンスコマンドを示している。備考欄には、CPU20からの各コマンドに応じて、MTC10からCPU20へ返される情報が示されている。

【0092】また、図26中、番号を付された矢印により、対応する番号のコマンドに応じたメカ動作に伴うMTU30のヘッドの移動状態が示されている。さらに、図26には、従来と本実施形態とについて、CPU20からの各コマンドに応じた処理に要する所要時間（ミリ秒）も合わせて示されている。番号1～8の処理は、図2～図10で前述した連続ライト動作後にリードバックコマンドを受けた場合の動作を示している。従来、パケット（論理ブロック）毎にMTU30のメカ動作を伴うROR処理を行なっているが、本実施形態では、最初のリードバックコマンド（RB；番号1）に応じて、バックワード方向からフォワード方向への読取動作を1度に行ない、それ以降はMTU30のメカ動作を一切行なわず、データバッファ17内のデータ転送のみを行なっている。

【0093】この図26に示す例では、連続ライト後に2回のデータチェックを行なっており、番号1～8の処理により1回目のデータチェックを行なった後、番号9～12の処理により、リード動作を行なって、MTU30のヘッド位置をデータブロックの前方位置へ戻している。そして、2回目のデータチェックを行なうべく、従来は、再度、パケット（論理ブロック）毎にMTU30のメカ動作を伴うROR処理（番号13～20）を行なっている。これに対して、本実施形態では、番号11のリードコマンド（RD）によるリード動作後にリードバックコマンド（RB；番号13）を受けたことになり、図1

1～図13で前述した手法が適用され、番号13～20の処理では、MTU30のメカ動作を一切行なわず、データバッファ17内のデータ転送のみを行なっている。

【0094】最後に、MTC10は、番号21を付されたリードバックコマンド（RB）に応じて、MTU30のヘッドを、テープマーク“TM”の後方位置（リードバックを終了した位置）に配置して、一連の処理を終了する。つまり、本実施形態では、MTU30は、図39にも示した従来技術のごとくデータブロック毎に細切れのメカ動作を一行なう必要がなく、データバッファ17内のデータ転送を行なった後にヘッドを所定位置（テープマーク“TM”の後方位置）まで一気に移動させているので、処理時間を著しく短縮することができる。

【0095】例えば、上述のように連続ライト後に2回のデータチェックを行なった場合、従来の手法では総計4900.4ミリ秒の時間を要したのに対して、本実施形態の手法では総計1579.4ミリ秒の時間で済んで

ように、本発明の一実施形態としてのMTU30の制御方法によれば、連続ライト動作後には、最初のリードバックコマンド発行時に、バックワード方向への読取動作を連続的に行なってから、所定条件を満たした位置からフォワード方向へ折り返して読取動作を連続的に行なう。

【0096】そして、フォワード方向に読み取られた複数のデータブロックをデータバッファ17に書き込むと同時に、フォワード方向に読み取られた各データブロックについてのリードコマンドを、データブロックの読取順序とは逆順にFQL16-4のコマンドキューに格納することにより、リードバックコマンドが連続的に発行された場合でも、リードコマンドやライトコマンドを連続的に処理する場合と同様に、データバッファ17内のデータブロックを連続的にCPU20へ転送することができる。

【0097】また、本実施形態では、リード動作後にリードバックコマンドを受けた場合には、最終データブロックを、データバッファ17から読み出してCPU20へ転送している。これにより、MTU30において、ROR処理に伴うデータブロック毎のメカ動作が一切不要になり、処理時間が大幅に短縮される。従って、コストやハードウェアの物量を増加させることなく、ファームウェアの変更のみによりROR処理の性能、つまりはMTC10の性能を大幅に向上させることができる。

【0098】なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明とその趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

【0099】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の磁気テープ装置の制御方法（請求項1～13）によれば、最初のリードバックコマンド発行時に、バックワード方向への読取動作を連続的に行なってから、所定条件を満たした位置からフォワード方向へ折り返して読取動作を連続的に行なう。

【0100】そして、フォワード方向に読み取られた複数のデータブロックをデータバッファに書き込むと同時に、フォワード方向に読み取られた各データブロックについてのリードコマンドを、データブロックの読取順序とは逆順にコマンドキューに格納することにより、リードバックコマンドが連続的に発行された場合でも、リードコマンドやライトコマンドを連続的に処理する場合と同様に、データバッファ内のデータブロックを連続的に上位装置へ転送することができる。

【0101】これにより、磁気テープ装置において、ROR処理に伴うデータブロック毎のメカ動作が一切不要になり、処理時間が大幅に短縮される。従って、コストやハードウェアの物量を増加させることなく、ファームウェアの変更のみによりROR処理の性能、つまりは磁

る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理説明図である。

【図2】本発明の一実施形態としての磁気テープ装置の制御方法において、ライト動作後にリードバックコマンドを受けた場合の磁気テープ装置のメカ動作（バックワード方向への読取動作）を説明するための図である。

【図3】本発明の一実施形態としての磁気テープ装置の制御方法において、バックワード方向への読取動作によってデータバッファおよびコマンドバッファにそれぞれ読み込まれたデータおよびコマンドを示す図である。

【図4】本発明の一実施形態としての磁気テープ装置の制御方法において、所定条件を満たした後の磁気テープ装置のメカ動作（フォワード方向への読取動作）を説明するための図である。

【図5】本発明の一実施形態としての磁気テープ装置の制御方法において、フォワード方向への読取動作によってデータバッファおよびコマンドバッファにそれぞれ読み込まれたデータおよびコマンドを示す図である。

【図6】本実施形態のデータ転送動作を説明すべく、データバッファおよびコマンドバッファの状態を示す図である。

【図7】本実施形態のデータ転送動作を説明すべく、データバッファおよびコマンドバッファの状態を示す図である。

【図8】本実施形態のデータ転送動作を説明すべく、データバッファおよびコマンドバッファの状態を示す図である。

【図9】本実施形態のデータ転送動作時に上位装置からバックスペースコマンドが発行された場合に、上位装置側から見た磁気テープ装置の動作イメージを説明するための図である。

【図10】本実施形態の方法により連続ライト動作後にROR処理を連続的に行なった場合の具体例を説明するための図である。

【図11】本実施形態の方法においてリード動作後にリードバックコマンドを受けた場合の動作を説明するための図である。

【図12】リード動作後のデータバッファおよびコマンドバッファの状態を示す図である。

【図13】本実施形態の方法により連続リード動作後にROR処理を行なった場合の具体例を説明するための図である。

【図14】本実施形態における所定条件（バックワード方向からフォワード方向への折り返し条件；テープマーク検出）を説明するための図である。

【図15】本実施形態における所定条件（バックワード方向からフォワード方向への折り返し条件；イレーズマーク検出）を説明するための図である。

方向からフォワード方向への折り返し条件；FCRマーク検出）を説明するための図である。

【図17】本実施形態における所定条件（バックワード方向からフォワード方向への折り返し条件；ラップマーク検出）を説明するための図である。

【図18】本実施形態における所定条件（バックワード方向からフォワード方向への折り返し条件；DIDマーク検出）を説明するための図である。

【図19】本実施形態における所定条件（バックワード方向からフォワード方向への折り返し条件；データバッファのフル状態検出、セクタ割込み検出、コマンドバッファのリミット検出）を説明するための図である。

【図20】本実施形態における所定条件（バックワード方向からフォワード方向への折り返し条件；データチェック信号検出）を説明するための図である。

【図21】本実施形態において、フォワード方向への読取動作中にデータチェック信号を検出した場合のエミュレーション有効範囲を説明するための図である。

【図22】本実施形態において、フォワード方向への読取動作中に最終データブロックに対するデータチェック信号を検出した場合のエミュレーション無効範囲を説明するための図である。

【図23】本実施形態の方法を適用された磁気テープ制御装置において上位装置からリードバックコマンドを受けた場合の詳細な動作を説明するためのフローチャートである。

【図24】本実施形態の方法を適用された磁気テープ制御装置において上位装置からリードコマンドを受けた場合の詳細な動作を説明するためのフローチャートである。

【図25】本実施形態の方法を適用された磁気テープ制御装置において上位装置からバックスペースコマンドを受けた場合の詳細な動作を説明するためのフローチャートである。

【図26】本実施形態の方法を適用された磁気テープ制御装置の具体的な動作を、従来の手法を適用された磁気テープ制御装置の動作と比較しながら説明するための図である。

【図27】一般的な磁気テープ制御装置（本実施形態の方法を適用される磁気テープ制御装置）のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図28】コマンドバッファの構成を示すとともに、ライト動作時のデータバッファおよびコマンドバッファの状態を示す図である。

【図29】リード動作時における磁気テープ装置のメカ動作を説明するための図である。

【図30】リード動作によってデータバッファおよびコ

マンドバッファにそれぞれ読み込まれたデータおよびコマンドを示す図である。

【図31】リードデータの上位装置への転送動作を説明すべく、データバッファおよびコマンドバッファの状態を示す図である。

【図32】リードバックコマンドを受けた場合の従来の磁気テープ装置のメカ動作（バックワード方向への読取動作）を説明するための図である。

【図33】バックワード方向への読取動作によってデータバッファおよびコマンドバッファにそれぞれ読み込まれたデータおよびコマンドを示す図である。

【図34】従来のROR処理を説明すべく、バックワード方向へ読取動作後の磁気テープ装置のメカ動作（フォワード方向への読取動作）を説明するための図である。

【図35】従来のROR処理を説明すべく、フォワード方向への読取動作によってデータバッファおよびコマンドバッファにそれぞれ読み込まれたデータおよびコマンドを示す図である。

【図36】従来のROR処理における、リードデータの上位装置への転送動作を説明すべく、データバッファおよびコマンドバッファの状態を示す図である。

【図37】従来のROR処理に際して、上位装置からバックスペースコマンドが発行された場合の磁気テープ装置のメカ動作を説明するための図である。

【図38】リードバックコマンド発行後、従来のROR処理を完了するまでの、磁気テープ装置のメカ動作をまとめて示す図である。

【図39】従来のROR処理を連続的に行なう場合の磁気テープ装置のメカ動作を説明するための図である。

【符号の説明】

10 磁気テープ制御装置（MTC）

11 チャネルインタフェース回路

12 データ圧縮回路

13 データ伸張回路

14 ホストインタフェース制御部（HIC）

15 フォーマット制御部（FMT）

16 コマンドバッファ

16-1 HIC用コマンドポインタテーブル（HQP）

16-2 HIC用コマンドリストテーブル（HQL）

16-3 FMT用コマンドポインタテーブル（FQP）

16-4 FMT用コマンドリストテーブル（FQL）

17 データバッファ

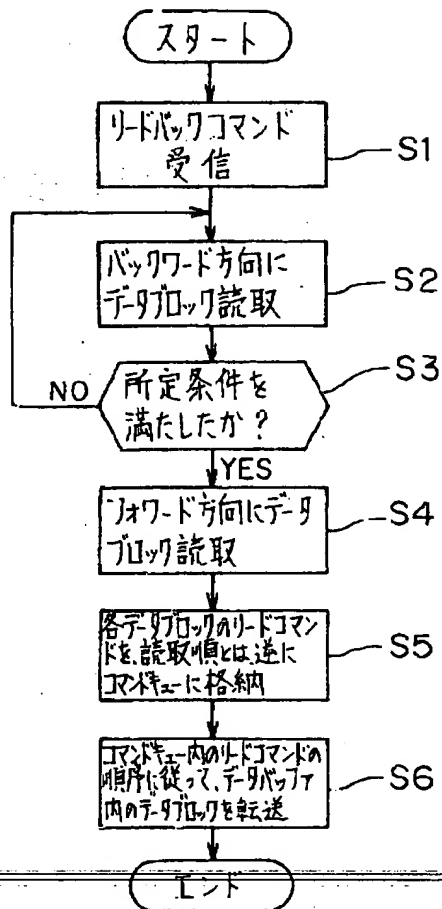
20 CPU（ホストコンピュータ、上位装置）

30 磁気テープ装置（MTU）

MT 磁気テープ

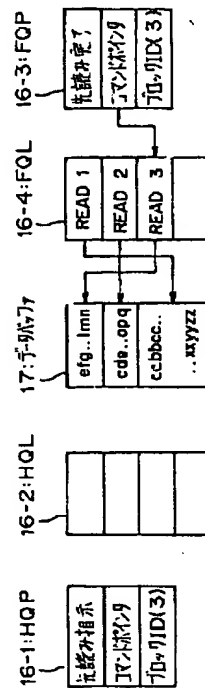
【図1】

本発明の原理説明図



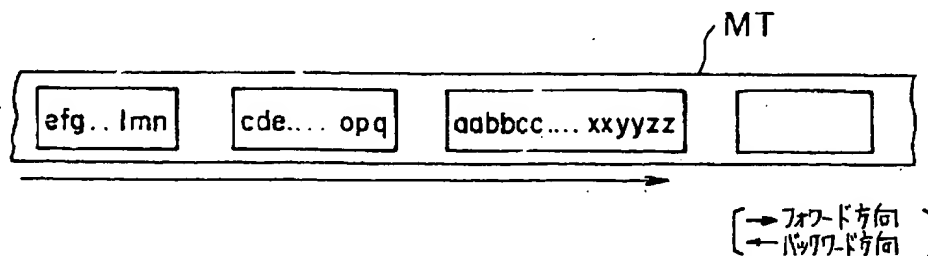
【図5】

本発明の一実施形態としての磁気テープ装置の制御方法において、フォワード方向への読取動作によってデータバッファおよびコマンドバッファにそれぞれ読み込まれたデータおよびコマンドを示す図



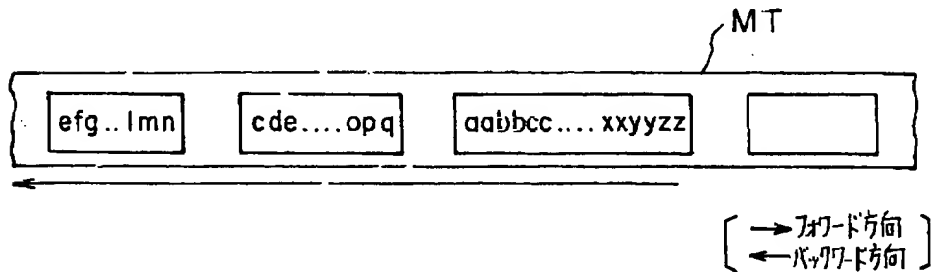
【図4】

本発明の一実施形態としての磁気テープ装置の制御方法において、所定条件を満たした後の磁気テープ装置のメカ動作(フォワード方向への読取動作)を説明するための図



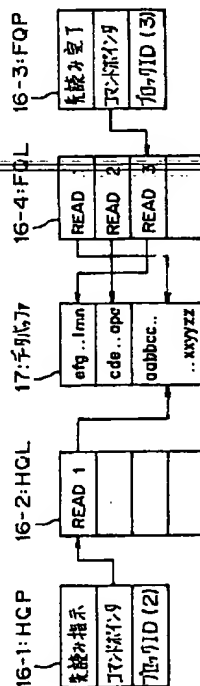
【図2】

本発明の一実施形態としての磁気テープ装置の制御方法において、
ライト動作後にリードバックコマンドを受けた場合の磁気テープ装置のメカ
動作(バックワード方向への読取動作)を説明するための図



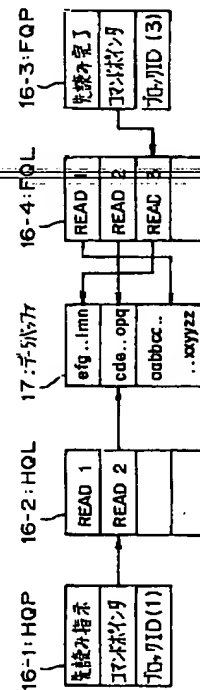
【図6】

本実施形態のデータ転送動作を説明すべく、データバッファおよび
コマンドバッファの状態を示す図



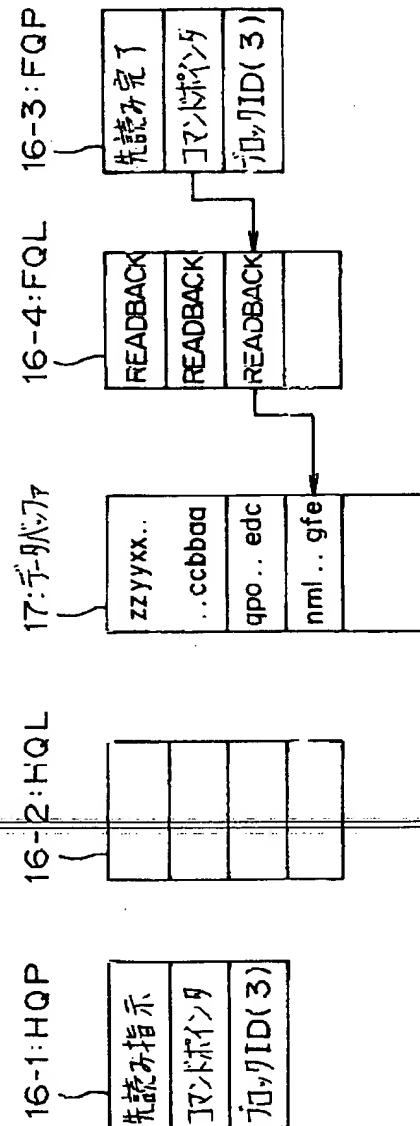
【図7】

本実施形態のデータ転送動作を説明すべく、データバッファおよび
コマンドバッファの状態を示す図



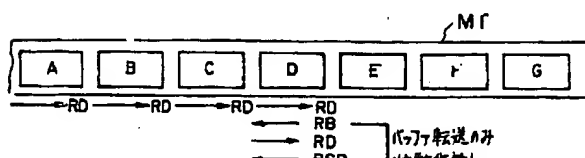
【図3】

本発明の一実施形態としての磁気テープ装置の制御方法において、バックワード方向への読取動作によってデータバッファおよびコマンドバッファにそれぞれ読み込まれたデータおよびコマンドを示す図



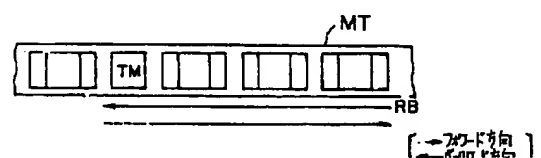
【図13】

本実施形態の方法により連続リード動作後にROR処理を行なった場合の具体例を説明するための図



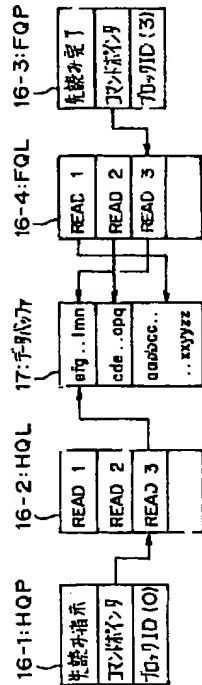
【図14】

本実施形態における所定条件(バックワード方向からフォワード方向への折り返し条件: テプマリ検出)を説明するための図



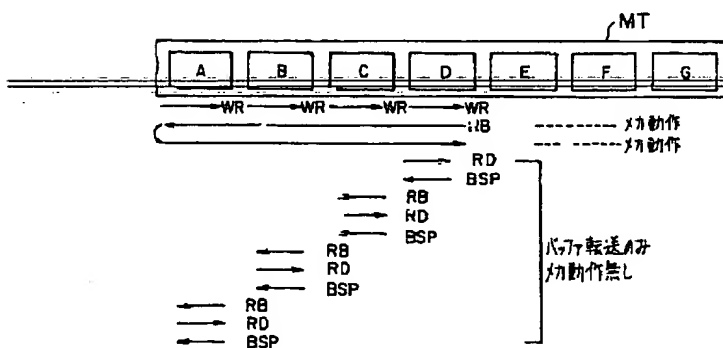
【図8】

本実施形態のデータ転送動作を説明すべく、データバッファおよびコマンドバッファ状態を示す図



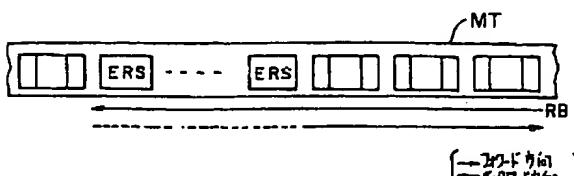
【図10】

本実施形態の方法により連続ライト動作後にROR処理を連続的に行った場合の具体例を説明するための図



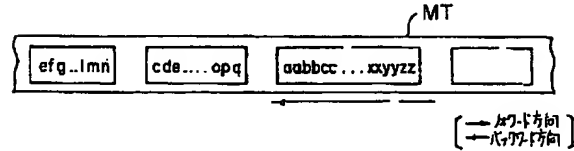
【図15】

本実施形態における所定条件(バックワード方向からフォワード方向への折り返し条件:イレズマリ検出)を説明するための図



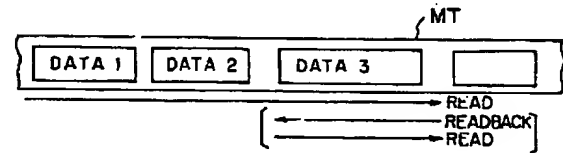
【図9】

本実施形態のデータ転送動作時に上位装置からバスのコマンドが発行された場合に、上位装置側が見た磁気テープ装置の動作イメージを説明するための図



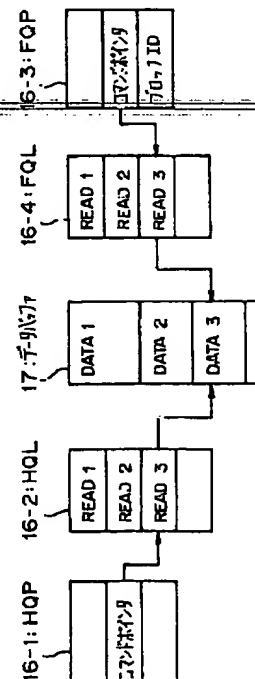
【図11】

本実施形態の方法においてリード動作後にリドバックコマンドを受けた場合の動作を説明するための図



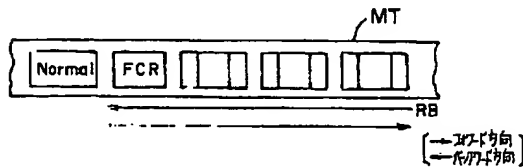
【図12】

リード動作後のデータバッファおよびコマンドバッファの状態を示す図



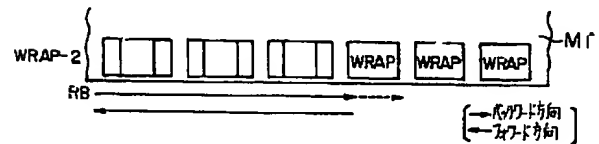
【図16】

本実施形態における所定条件(バックワード方向からフォワード方向への折り返し条件; FCRマリア検出)を説明するための図



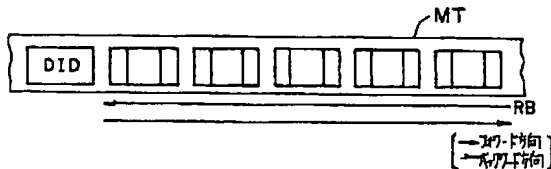
【図17】

本実施形態における所定条件(バックワード方向からフォワード方向への折り返し条件; マリアマリア検出)を説明するための図



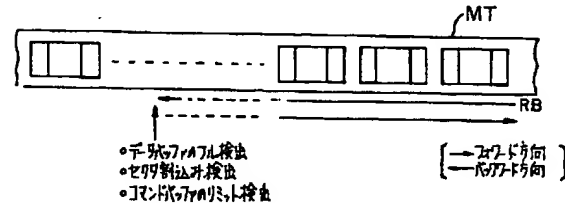
【図18】

本実施形態における所定条件(バックワード方向からフォワード方向への折り返し条件; DIDマリア検出)を説明するための図



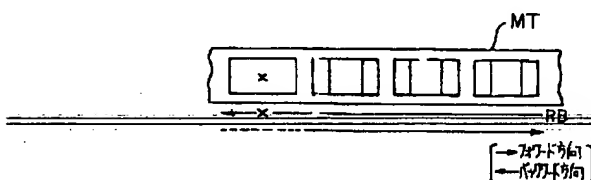
【図19】

本実施形態における所定条件(バックワード方向からフォワード方向への折り返し条件; データフォーマット状態検出, セクタ割込み検出, コマンドフォーマット検出)を説明するための図



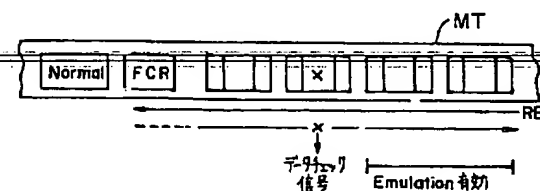
【図20】

本実施形態における所定条件(バックワード方向からフォワード方向への折り返し条件; データエラー信号検出)を説明するための図



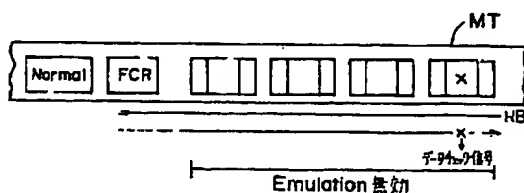
【図21】

本実施形態において、フォワード方向への読取動作中にデータエラー信号を検出した場合のエミュレーション有効範囲を説明するための図



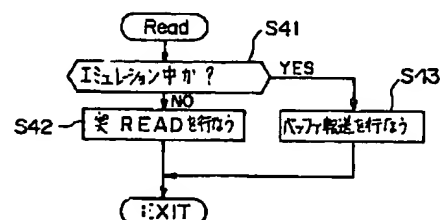
【図22】

本実施形態において、フォワード方向への読取動作中に最終データブロックに対するデータエラー信号を検出した場合のエミュレーション無効範囲を説明するための図



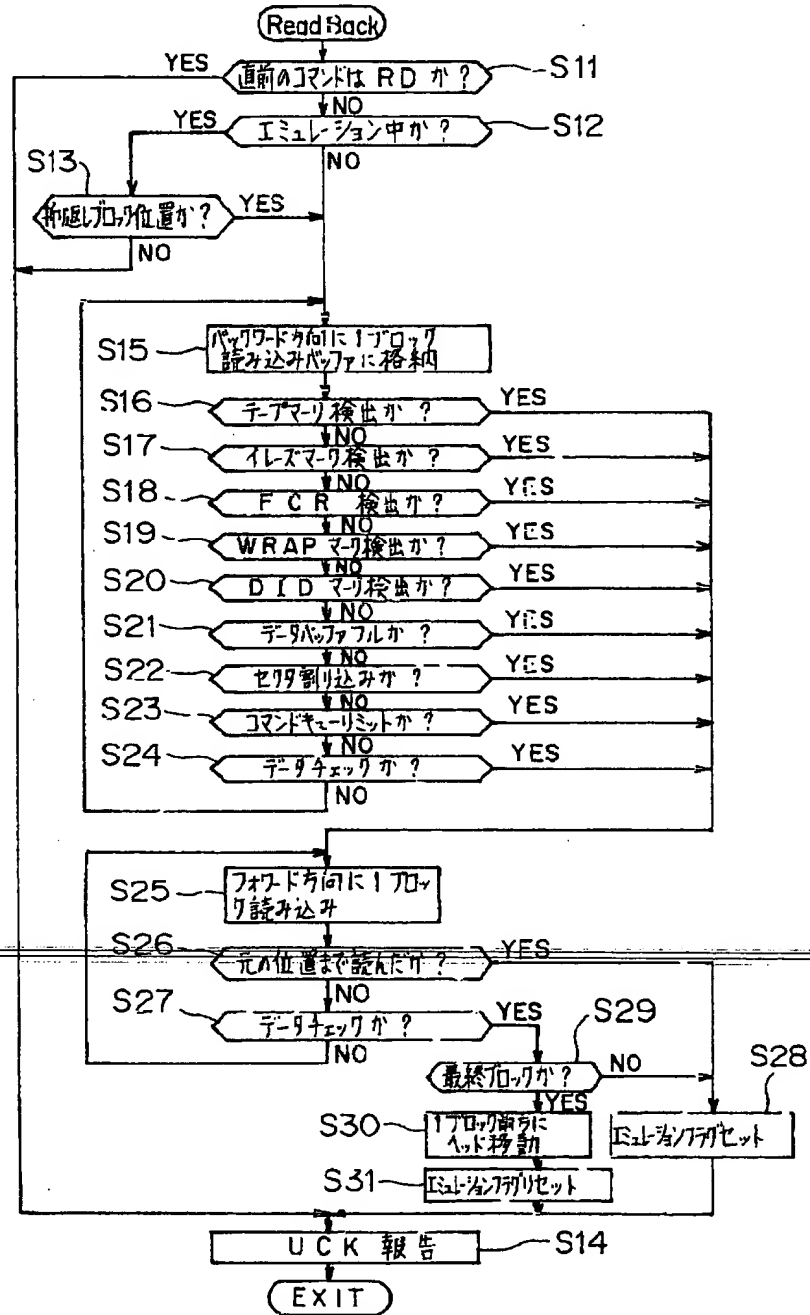
【図24】

本実施形態の方法を適用された磁気テープ制御装置において上位装置からリードコマンドを受けた場合の詳細な動作を説明するためのフローチャート



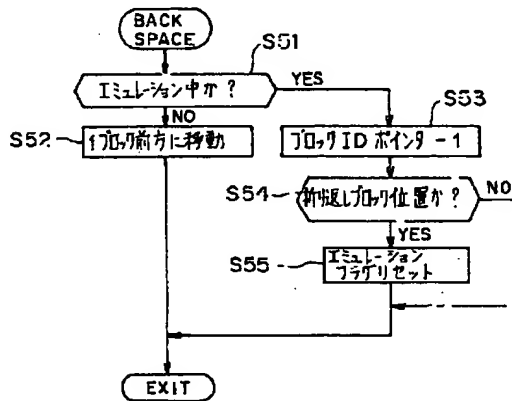
【図23】

本実施形態の方法を適用された磁気テープ制御装置において上位装置からリードバックコマンドを受けた場合の詳細な動作を説明するためのフローチャート



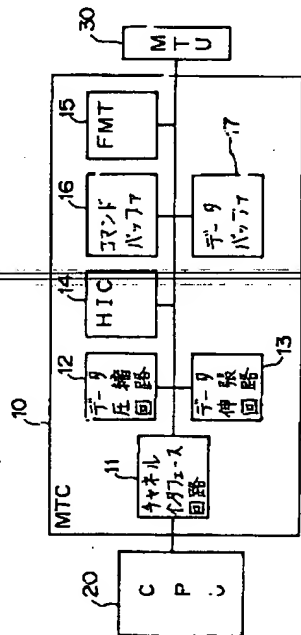
【図25】

本実施形態の方法を適用された磁気テープ制御装置において上位装置からバックスペースコマンドを受けた場合の詳細な動作を説明するためのフローチャート



【図27】

一般的な磁気テープ制御装置(本実施形態の方法を適用された磁気テープ制御装置)のハードウェア構成を示すブロック図



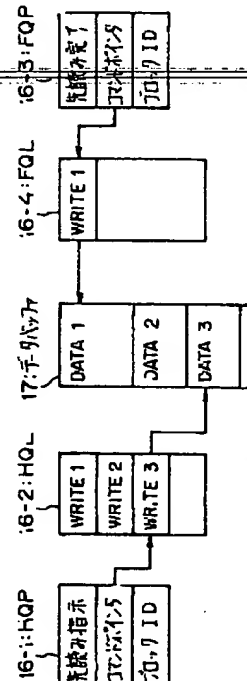
【図26】

本実施形態の方法を適用された磁気テープ制御装置の具体的な動作と従来の手法を適用された磁気テープ制御装置の動作と比較しながら説明するための図

コマンド	従来動作			本実施形態による動作			備考
	<div><div></div>EOF1</div> <div><div></div>EOF2</div>	所要時間 ミリ秒	<div><div></div>EOF1</div> <div><div></div>EOF2</div>	所要時間 ミリ秒			
	TM	TM	TM	TM			
1 RB	<div><div></div>← 1</div>	279.1	<div><div></div>→ 1</div>	537.1	UCK		
2 SNS		3.4		3.4	ERP26		
3 RD	<div><div></div>→ 3</div>	445.1		3.4	EOF2		
4 BSP	<div><div></div>→ 4</div>	473.5		7.2			
5 RB	<div><div></div>← 5</div>	314.5		10.1	UCK		
6 SNS		3.4		3.4	ERP26		
7 RD	<div><div></div>→ 7</div>	135.6		3.1	EOF1		
8 BSP	<div><div></div>→ 8</div>	478.0		7.4			
9 RB	<div><div></div>← 9</div>	100.0	<div><div></div>← 9</div>	198.1	TM		
10 RD	<div><div></div>→ 10</div>	152.6	<div><div></div>← 10</div>	148.5	TM		
11 RD	<div><div></div>→ 11</div>	99.9	<div><div></div>→ 11</div>	103.9	EOF1		
12 RD	<div><div></div>→ 12</div>	3.1	<div><div></div>→ 12</div>	3.2	EOF2		
13 RB	<div><div></div>← 13</div>	481.5	<div><div></div>→ 13</div>	9.5	UCK		
14 SNS		3.4		3.4	FRP26		
15 RD	<div><div></div>→ 15</div>	441.8		3.2	EOF2		
16 BSP	<div><div></div>→ 16</div>	476.8		7.4			
17 RB	<div><div></div>← 17</div>	315.5		9.9	UCK		
18 SNS		3.4		3.4	ERP26		
19 RD	<div><div></div>→ 19</div>	135.6		3.0	EOF1		
20 BSP	<div><div></div>→ 20</div>	446.3		7.3			
21 RB	<div><div></div>← 21</div>	107.9	<div><div></div>← 21</div>	505.7	TM		
		4900.4		1579.4			

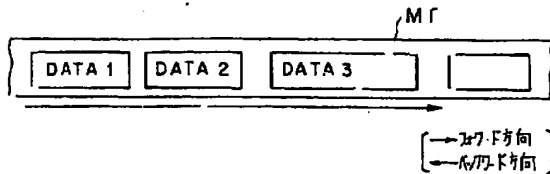
【図28】

コマンドバッファの構成を示すとともにライク動作時のデータバッファおよびコマンドバッファの状態を示す図



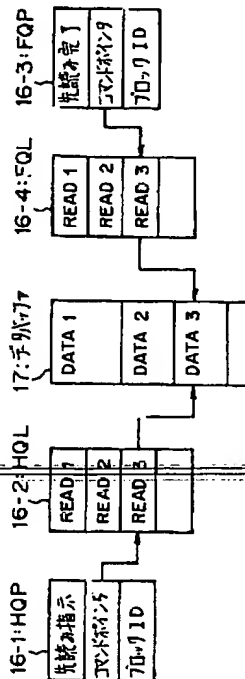
【図29】

リード動作時における磁気テープ装置のメカ動作を説明するための図



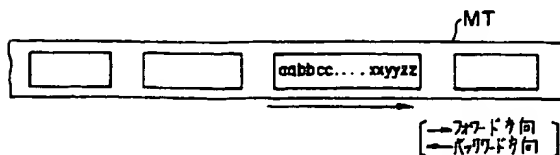
【図31】

リードデータの上位装置への転送動作を説明すべく、データバッファおよびコマンドバッファの状態を示す図



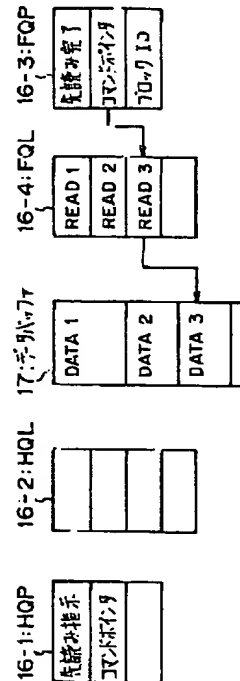
【図34】

従来のROR処理を説明すべく、リバース方向への読取動作後の磁気テープ装置のメカ動作(リバース方向への読取動作)を説明するための図



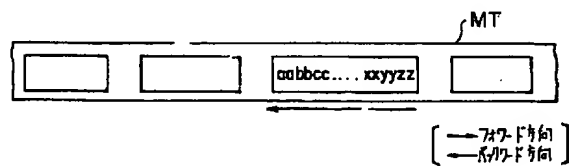
【図30】

リード動作によってデータバッファおよびコマンドバッファにそれぞれ読み込まれたデータおよびコマンドを示す図



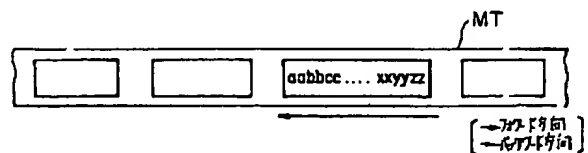
【図32】

リードバックコマンドを受けた場合の従来の磁気テープ装置のメカ動作(リバース方向への読取動作)を説明するための図



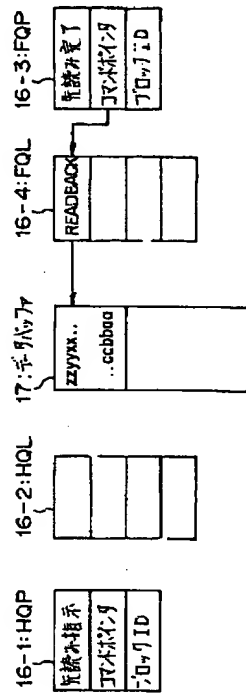
【図37】

従来のROR処理に際して上位装置からリバースコマンドが発行された場合の磁気テープ装置のメカ動作を説明するための図



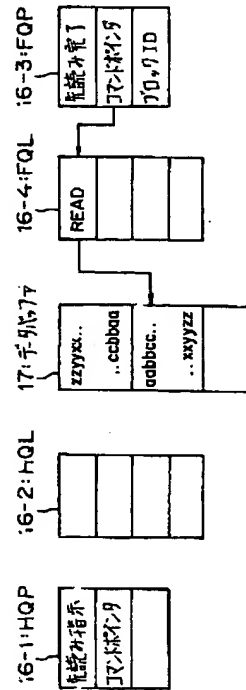
【図33】

バックワード方向への読取動作によってデータバッファおよびコマンドバッファにそれぞれ読み込まれたデータおよびコマンドを示す図



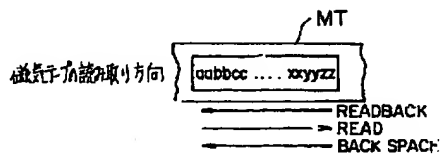
【図35】

従来のROR処理を説明すべくフォワード方向への読取動作によってデータバッファおよびコマンドバッファにそれぞれ読み込まれたデータおよびコマンドを示す図



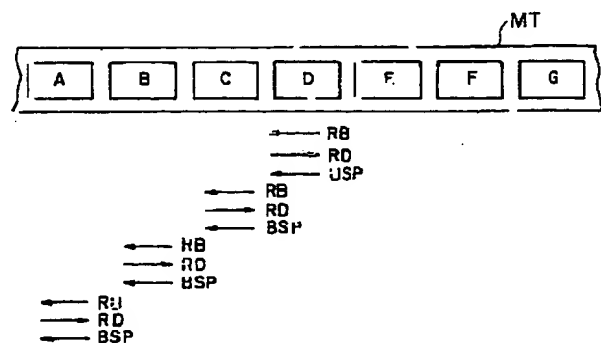
【図38】

リトバツコマンド実行後、従来のROR処理を完了した時点で、磁気テープ装置のメカ動作をまとめて示す図



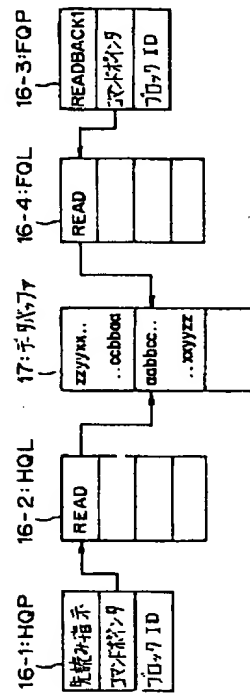
【図39】

従来のROR処理を連続的に実行する場合の磁気テープ装置のメカ動作を説明するための図



【図36】

従来のROR処理における、ワードデータの上位装置への転送動作を説明する、データバッファおよびコマンドバッファの状態を示す図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.